

BREVET D'INVENTION

P.V. n° 871.562

Classification internationale B 01 f — G 05 d



1.305.566

Calculateur de rapport et système mélangeur de fluides en comportant application.

Société dite : THE FOXBORO COMPANY résidant aux États-Unis d'Amérique.

Demandé le 24 août 1961, à 16^h 49^m, à Paris.

Délivré par arrêté du 27 août 1962.

(Bulletin officiel de la Propriété industrielle, n° 40 de 1962.)

(Demande de brevet déposée aux États-Unis d'Amérique le 25 août 1960, sous le n° 51.868, au nom de M. Charles C. WAUGH.)

La présente invention concerne un calculateur de rapport et plus particulièrement un calculateur numérique de rapport applicable à un système de contrôle continu d'un processus de fabrication (appelé dans la suite, pour abrégé, « contrôle industriel ») dans lequel on réalise la combinaison d'un certain nombre de variables d'entrée ayant la forme de signaux numériques échelonnés dans le temps, cette combinaison étant destinée à fournir, à la sortie du calculateur, un total continu comprenant des proportions, choisies en conséquence, de chacune de ces variables d'entrée.

Un certain nombre de calculateurs numériques de rapport, proposés précédemment sont destinés, plus particulièrement, à être utilisés pour le contrôle dit « à pré-groupement » (batch-process), dans lequel il s'agit de combiner un certain nombre d'un premier type d'objets avec un certain nombre d'un second type d'objets, ainsi de suite, pour atteindre un total prédéterminé au moment où le pré-groupement est complet, le cycle d'opérations étant ensuite répété automatiquement. Ces systèmes, par le fait qu'ils effectuent des comptages et autres opérations arithmétiques sur des nombres distincts — contrairement aux systèmes ayant recours à des opérations de mesures physiques — ont été appelés « systèmes numériques ».

Les techniques opératoires numériques présentent de nombreux avantages sur les techniques utilisant des opérations de mesure ou des opérations analogiques dans un contrôle industriel. Ces techniques numériques présentent un rapport signal/bruit favorable, permettant de réaliser des opérations à distance sans dégradation du signal dans la voie de transmission d'enregistrer et/ou d'afficher les variables du processus sans difficulté. On peut, en outre, réaliser de tels systèmes numériques avec toute la précision voulue et avec tout pouvoir de résolution désiré, alors que ces facteurs sont beaucoup moins favorables, en pratique, avec les sys-

tèmes analogiques. La précision numérique présente une grande importance notamment dans les applications où le processus de fabrication dépend de petites différences de grandes quantités. Les systèmes numériques offrent, en outre, l'avantage d'être en mesure de préfixer les paramètres du processus sous une forme numérique absolue.

Le dispositif de l'invention permet de totaliser numériquement la quantité des objets relativement à la cadence d'un signal numérique de synchronisation. Il s'adapte particulièrement aux systèmes de contrôle industriel dans lesquels les objets à combiner au cours du processus de fabrication se présentent sous la forme d'éléments unitaires séparés susceptibles d'être comptés. L'invention peut s'appliquer aux systèmes de contrôle automatique dans lesquels des objets individuels sont fournis à des convoyeurs séparés (ou dispositifs similaires) et combinés de façon à réaliser un mélange dans un canal récepteur et dont le total correspond à un nombre déterminé des articles ou objets fournis par les convoyeurs séparés. Un premier de ces convoyeurs pourrait, par exemple, fournir deux écrous pour chaque boulon fourni par un second convoyeur séparé, de façon que les parties combinées puissent être emballées en une quantité totale voulue quelconque, tout en conservant le même rapport de deux écrous pour un boulon. Grâce au dispositif perfectionné de l'invention, le nombre total des unités comptées dans une première voie est comparé avec le total accumulé correspondant à la somme d'une première voie et d'une seconde voie; on peut s'arranger pour que cette somme comprenne tout rapport désiré des deux voies d'alimentation en divisant le total accumulé par un facteur représentant le rapport désiré entre les unités de la première voie et le total combiné.

Certaines applications des systèmes de contrôle industriel ont jusqu'à présent été considérés comme ne se prêtant pas aux techniques numériques; ainsi,

par exemple, l'information d'entrée peut ne pas exister sous la forme de signaux séparés susceptibles d'être comptés. En outre, la nature des objets ou matériaux manipulés au cours du processus de fabrication peut être continue, comme dans le cas des fluides. Pour ces différentes raisons, les systèmes de mélange proposés antérieurement, dans lesquels un certain nombre de fluides sont proportionnées conformément à un rapport pré-établi en vue de fournir un mélange terminal présentant les quantités désirées des différents fluides qui s'y trouvent mélangés, ont eu recours aux dispositifs de contrôle analogique. Des exemples typiques de tels dispositifs analogiques sont fournis par les différentiels mécaniques dont les arbres d'entrée séparées sont entraînés en rotation par le débit d'écoulement des fluides destinés à être mélangés et dont l'arbre de sortie actionne une soupape ou autre dispositif de commande approprié réglant le débit de l'un des fluides, afin qu'il puisse toujours circuler dans les proportions désirées relativement au fluide principal. Bien que de tels systèmes connus aient utilisé des soupapes à commande électrique et d'autres mécanismes électriques, ils n'ont pas employé un contrôle numérique des éléments du système de mélange.

Malgré l'apparence inaptitude d'emploi des techniques numériques aux processus de contrôle continu dans la manipulation des fluides, les techniques numériques sont particulièrement adaptées aux systèmes basés sur un écoulement total, plutôt que sur le débit ou la vitesse d'écoulement. Les systèmes à mélange proportionnel de fluides peuvent être commandés, de façon idéale, d'après des sorties cumulatives totales, plutôt qu'en comparant les débits d'écoulement. On élimine ainsi l'erreur cumulative, alors qu'un système analogique basé sur la vitesse d'écoulement ne fait que corriger les écarts dans la vitesse d'écoulement instantanée; l'écart par rapport à la sortie correctement proportionnée, jusqu'à ce que la correction soit effectuée, est définitivement perdu et aucune compensation ne peut intervenir.

Un autre avantage du système de mélange à commande numérique réside en ce que les rapports de mélange peuvent être introduits sous forme numérique utilement appropriée, et la précision du système, de même que son caractère répétitif, est une valeur précise, susceptible d'être établie d'avance. De plus, un système entièrement numérique fournira une preuve de performance précise de fonctionnement des totalisateurs individuels et permettra l'accumulation automatique de l'écoulement total dans chacune et dans l'ensemble des conduites si, pour une raison déterminée quelconque, il se produit une défaillance mécanique dans l'équipement utilisé. Lorsque, après rétablissement du fonctionnement, le système est remis en marche, l'appareil

de l'invention est capable de rétablir automatiquement le manquement total de fluide ou de déduire le dépassement, jusqu'à ce que le total accumulé à la sortie soit intégralement compensé en termes d'un produit fini correctement proportionné.

Dans les systèmes connus mentionnés ci-dessus, on a proposé l'utilisation d'un moteur à vitesse constante pour un contrôleur ou régulateur principal de débit d'écoulement, réglable dans un intervalle de valeurs désiré. Etant donné qu'il s'agit du domaine analogique, ce réglage a été effectué par l'intermédiaire d'un dispositif à vitesse variable, en vue de déterminer le nombre de tours par unité de temps effectués par un arbre commun à partir duquel sont entraînés les dispositifs de réglage respectifs des différents composants. Grâce à la présente invention, on a réalisé un système de mélange de fluides dont le signal de réglage principal est fourni par un train d'impulsions séparées permettant d'effectuer des comptages ou autres opérations arithmétiques. Ledit train d'impulsions peut être engendré indépendamment, réalisant ainsi un système dit à « boucle ouverte » ou peut être obtenu par énumération des unités volumétriques du mélange de fluides, réalisant ainsi un système à « boucle fermée ». Malgré l'emploi des techniques numériques, et contrairement aux techniques analogiques, la présente invention permet de mélanger des fluides multiples dans des rapports déterminés avec précision, suivant un système à processus continu, plutôt que par pré-groupement. On peut employer soit le système à boucle soit le système à boucle fermée, et maintenir néanmoins le caractère continu du processus de fabrication. On utilise la transmission de signaux électriques dans l'ensemble du système, permettant ainsi de disposer des transducteurs détecteurs d'écoulement et des soupapes de commande à une certaine distance du centre de commande du mélange enfermant le compteur de rapport.

L'invention a pour objet un compteur de rapport d'un nouveau type destiné à recevoir à l'entrée un certain nombre de variables sous forme numérique ou séparée et à fournir à la sortie un total numérique constitué par des proportions pré-établies de ces variables d'entrée.

Suivant une caractéristique de l'invention, le compteur de rapport destiné au contrôle industriel reçoit, à une première entrée, un train d'impulsions d'une fréquence déterminée, à une seconde entrée, un signal modulé à vitesse d'impulsions variable, ce signal étant sélectivement modifié à l'aide d'un régulateur de rapport, et fournit une sortie sous forme numérique correspondant à la somme algébrique des deux entrées.

L'invention a également pour objet un système mélangeur de fluides utilisant un compteur de rapport ayant plusieurs entrées et une seule sortie

dans lequel on agit arithmétiquement sur les paramètres du système.

Ledit système mélangeur de fluides utilise une technique numérique dans laquelle le rapport choisi du ou des fluides de mélange au fluide mélangé peut être introduit directement sous forme numérique; en outre, les paramètres du système sont traités arithmétiquement par un contrôleur ou régulateur différentiel numérique de façon à réaliser une sortie continue constituée par des proportions prédéterminées des variables d'entrée.

Bien que l'invention décrite s'applique plus particulièrement à un système mélangeur de fluides, il y a lieu de remarquer que le calculateur de rapport suivant l'invention peut être utilisé dans un grand nombre d'autres types d'applications de contrôle industriel, ainsi qu'on le verra de la description qui va suivre et des dessins annexés, où :

La fig. 1 est un schéma fonctionnel d'un système mélangeur de fluides à boucle fermée, suivant un mode de réalisation du compteur de rapport de l'invention;

La fig. 2 est un schéma fonctionnel d'un système mélangeur de fluide, du type à boucle ouverte, suivant un mode de réalisation du compteur de rapport de l'invention;

La fig. 3 est une variante de réalisation de la partie de l'appareil destiné à la commande de la sortie;

La fig. 4 est une modification applicable à l'appareil représenté à la fig. 1;

La fig. 5 est un schéma fonctionnel d'un compteur utilisé dans le dispositif de l'invention;

La fig. 6 montre la forme d'onde caractéristique des signaux obtenus dans l'appareil de la fig. 3;

La fig. 7 est une vue schématique d'un compteur pré-réglé utilisable dans le dispositif de l'invention;

La fig. 8 est un schéma fonctionnel d'un mode de réalisation utilisable dans un système de contrôle industriel d'objets séparés;

La fig. 9 est un schéma fonctionnel d'un mode de réalisation du dispositif suivant l'invention dans lequel plusieurs lignes d'addition sont reliées à la conduite principale.

Le système mélangeur de fluides suivant l'invention peut utilement employer des détecteurs d'écoulement du type à turbine qui permettent d'obtenir une sortie numérique en fonction du temps indiquant la quantité totale de fluide dans chaque conduite de mélange et la quantité totale des fluides combinés.

Ces détecteurs à turbine engendrent des signaux à trains d'impulsions dont la fréquence est proportionnelle au débit d'écoulement. Le nombre total d'impulsions est une fonction directe de la quantité totale de fluide passant par le détecteur. La quantité totale de chaque fluide de mélange est comparée continuellement à la quantité totale de mé-

lange. Tout écart du rapport pré-établi du mélange à la totalité du mélange donne lieu à une remise en position de la soupape de commande dans une direction telle qu'elle doit commander le rapport total.

Diverses variantes s'offrent dans le cadre de l'invention en ce qui concerne la construction d'un système général mélangeur de fluides. Une première réalisation est celle que l'on appellera le système à boucle fermée et comporte par exemple un détecteur d'écoulement de la conduite principale afin de contrôler la quantité totale du fluide mélangé, ce paramètre étant ensuite appliqué comme entrée au calculateur de rapport, c'est-à-dire que le signal émanant du détecteur de fluide de la conduite principale est utilisé comme signal principal régulateur.

Un second détecteur d'écoulement monté sur la conduite de mélange engendre un autre signal d'entrée qui est appliqué au calculateur de rapport par l'intermédiaire d'un régulateur de rapport dans lequel se trouve préétabli le pourcentage de mélange désiré; le signal du détecteur de la conduite de mélange étant un paramètre sélectivement variable. La sortie du calculateur de rapport permet de régler le débit d'écoulement dans la conduite de mélange afin de maintenir le rapport de mélange désiré.

Un second mode de réalisation est le système dit à boucle ouverte, qui est similaire du système précédent, excepté que le signal régulateur (qui est un paramètre fixe) est obtenu à partir d'une horloge-mère et le signal d'entrée, alternativement, appliqué (paramètre variable) au calculateur de rapport, est obtenu à partir d'un détecteur d'écoulement de conduite de mélange de la même manière que dans le système à boucle fermée.

D'autres modes de réalisation ressortiront de l'étude de ces deux modes de réalisation préférés. Chacun des deux modes de réalisation des systèmes décrits ci-dessus présente ses avantages et ses inconvénients, mais convient chacun parfaitement bien à un contrôle numérique et à la technique numérique. Chacun des deux systèmes comprend un dispositif permettant de proportionner les quantités d'un certain nombre de fluides différents, avec chacun des fluides intervenant sous forme d'un pourcentage de la quantité totale de ces fluides, sur la base d'une vitesse réglée égale à l'unité pour les fluides combinés. Il y a donc un rapport linéaire entre le réglage du contrôle, et les compositions en pour cent du mélange de fluides. En réglant la vitesse du train d'impulsions, qu'il soit obtenu du détecteur d'écoulement de la conduite principale ou d'une horloge-mère, on peut régler le taux de production sans apporter une perturbation dans la proportion de la composition.

Ceci est réalisé en totalisant continuellement les impulsions du signal de synchronisation et en sous-

trayant continuellement de celui-ci le nombre total des impulsions de chaque détecteur d'écoulement de mélange et de conduite additionnelle divisé par le rapport mélange/total pour la conduite considérée. La somme algébrique sera nulle lorsque les entrées numérique en valeur absolue sont identiques; dans le cas contraire, il se produit une erreur qui signale à une soupape de commande de réglage montée dans la ligne de mélange ou additive de réduire à zéro l'erreur dans la quantité totale; c'est au calculateur de rapport qu'incombe cette fonction.

On peut utiliser des compteurs électromagnétiques affichant les quantités totales ayant parcouru chaque conduite. En prévoyant un nombre suffisant d'étages de comptage dans le compteur bidirectionnel du calculateur de rapport, on obtiendra une mémoire pour le cas où l'écoulement dans une conduite quelconque dépasse les limites de l'intervalle de contrôle. Lorsque le contrôle est rétabli dans la conduite, le calculateur réajustera automatiquement le mélange total au rapport précédemment choisi. On voit donc que le principe de base du système consiste à continuellement comparer le nombre total d'impulsions fournies par un détecteur d'écoulement principal ou par une horloge-mère avec le nombre total des impulsions de chaque détecteur d'écoulement du mélange. On obtient différents rapports de mélange en divisant la sortie du détecteur de mélange suivant le rapport mélange/total désiré. Dans la pratique, l'opération arithmétique de division est réalisée par une soustraction itérative, technique généralement appliquée aux calculateurs numériques. Dans la suite, on donnera tout d'abord la description détaillée du système à boucle fermée.

En se reportant au dessin, la fig. 1 montre que le fluide principal ou masse de base et le fluide de mélange sont mélangés et sont amenés à travers la conduite principale 1. Le fluide mélangé de la conduite 1 traverse un détecteur d'écoulement du type à turbine ou détecteur principal 2, lequel fournira un signal de sortie sous la forme d'un train d'impulsions, et dont le nombre total d'impulsions est directement proportionnel à la quantité totale du fluide mélangé. Le détecteur principal 2 peut être disposé à une certaine distance dans le champ, et dans ce cas il peut y avoir intérêt à amplifier le train d'impulsions au moyen d'un préamplificateur 3 de construction connue. Le train d'impulsions ainsi amplifié est transmis au centre mélangeur où se trouve disposé le calculateur de rapport, à travers le conducteur de signaux 4.

Un contrôle sélectif sur toute l'étendue du système est obtenu grâce à l'emploi d'un diviseur à réglage préétabli 5 destiné à diviser le nombre des impulsions par unité de temps engendrées par le détecteur principal 2 pour le transformer en un sous-multiple quelconque convenable. Une descrip-

tion plus détaillée du dispositif diviseur 5 sera donnée dans la suite et il suffira, pour le moment, d'indiquer que l'on prévoit des commandes 6 afin de déterminer sélectivement le nombre des impulsions à transmettre au compteur bidirectionnel 9 pour un nombre d'impulsions données produites par le détecteur principal 2. Un compteur d'impulsions ou indicateur totalisateur 10 est branché sur le conducteur 7 pour indiquer le débit de fluide passant par le détecteur principal 2 dans un temps déterminé. Ce compteur peut être du type électromécanique connu, à condition néanmoins que sa vitesse de fonctionnement soit adaptée aux conditions de marche de l'ensemble du système. Le signal du train d'impulsions dans le conducteur 7 est également appliqué à l'entrée « addition » 8 du compteur bidirectionnel 9. L'entrée « soustraction » 11 dudit compteur émane d'un détecteur d'écoulement dans la conduite de mélange.

Le mélange destiné à être mélangé au fluide principal pénétrant dans la conduite principale 1 est injecté à la jonction en T, 12, à travers la ligne de mélange 13. Le débit d'écoulement dans cette conduite est réglé par la soupape de commande 14 et est contrôlé par un détecteur d'écoulement de la conduite de mélange. Afin d'obtenir un degré élevé du pouvoir séparateur et de précision dans un grand intervalle de valeurs de débits d'écoulement, on peut monter deux détecteurs d'écoulement dans la conduite de mélange 13, l'un correspondant au détecteur des valeurs élevées 15 et l'autre, 16, aux valeurs inférieures. Pour les faibles vitesses d'écoulement dans la conduite de mélange 13, la soupape de déviation 17 est fermée, ce qui fait acheminer toute la circulation à travers le détecteur de valeurs inférieures 16. Pour les vitesses d'écoulement dépassant la limite supérieure de ce dernier détecteur, la soupape 17 est complètement ouverte, le contrôle du débit étant obtenu par le détecteur des valeurs supérieures 15.

Etant donné que la conduite de mélange 13 peut être disposée à une certaine distance du centre de mélange, il peut être nécessaire d'amplifier la sortie des impulsions des détecteurs d'écoulement 15 et 16 : on prévoit en conséquence pour ceux-ci des préamplificateurs 18 et 19, respectivement.

Dans une réalisation pratique du système, la vitesse de répétition des impulsions de sortie du détecteur de valeurs inférieures 16 est, par exemple, d'un ordre plus élevé que la vitesse de répétition des impulsions du détecteur de valeurs élevées 15, pour un débit d'écoulement comparable (c'est-à-dire la région se superposant à la limite supérieure du détecteur 16 et à la limite inférieure du détecteur 15). On peut par conséquent placer un diviseur de fréquence 20 dans le conducteur porteur de signaux 21 du détecteur inférieur. Ce diviseur de tension peut être d'un type connu quelconque

et fonctionner au moyen de techniques numériques de comptage.

Le commutateur de sélection 22 est utilisé pour le branchement du système sur le détecteur d'écoulement approprié. Dans la position de la fig. 1, le commutateur 22 est relié au détecteur de valeurs supérieures 15; dans ce mode de fonctionnement, la soupape de dérivation 17 doit être normalement ouverte.

On peut appliquer un facteur d'échelle approprié au moyen d'un dispositif de réglage d'échelle 23. Ce dispositif 23 assure la normalisation du taux d'impulsion sur une valeur qui permet d'inscrire le rapport de mélange directement en unités de pour cent de mélange. La sortie du détecteur 16 étant réglée de façon à être compatible avec la sortie du détecteur 15, à l'aide du diviseur de fréquence 20, on peut agir uniformément sur la sortie obtenue à travers le commutateur 22 sans tenir compte du taux d'impulsions du détecteur d'écoulement « en service ». Le dispositif de réglage d'échelle 23 comprend, par exemple, un compteur prérégulé du type mentionné à propos du diviseur 5 précédemment décrit. La sortie du dispositif 23 peut comprendre un compteur totaliseur 28, similaire à celui représenté en 10, pour indiquer la quantité de fluide additif ou de mélange passant par la conduite 13 dans un temps déterminé. Dans le cas où il y a avantage à ce que l'indicateur totaliseur 28 accumule le total du fluide de mélange en unités plus approximatives que l'unité de comptage de base du système, on peut interposer un diviseur de fréquence 29 du type à décomptage entre la sortie du dispositif régulateur 23 et l'indicateur totaliseur 28. Ce montage permettra par conséquent de réduire la capacité numérique nécessaire, de même que le taux nécessaire de comptage du totaliseur 28.

L'écoulement total du fluide mélangé dans la conduite principale 1 est obtenu du détecteur principal 2 dont la sortie correspond, par exemple, à 100 impulsions par « baril » (ou environ 160 litres). Le signal du train d'impulsions fourni par le détecteur 2 est divisé par 1000 dans le diviseur prérégulé 5, afin de fournir de façon constante une impulsion par dixième de « baril » (soit, 16 litres environ), fournie à travers le conducteur 7 au conducteur d'addition 8 du compteur bidirectionnel 9.

Il n'est pas nécessaire que le détecteur d'écoulement dans la conduite 13 soit établi pour que chaque impulsion engendrée corresponde à un multiple ou sous-multiple entier des unités utilisés pour indiquer la quantité de fluide passant par le détecteur de fluide. Le réglage d'échelle contenu dans le système remplit une fonction de normalisation qui permet aux sorties du détecteur d'écoulement d'être actionnées directement, avec le système, quel que soit le facteur d'étalonnage du détecteur d'écou-

ment. Ceci revient à dire que la fréquence de sortie effective du détecteur d'écoulement pour un taux d'écoulement ou débit donné — après la normalisation — peut être choisie de façon à réaliser un rapport numérique approprié avec les conditions du système. Ceci facilite un contrôle numérique direct lors du préréglage du rapport de mélange. Le signal du train d'impulsions émanant du détecteur d'écoulement de la conduite de mélange est fourni à l'entrée du contrôleur de rapport 30. Ce dernier est un compteur électronique prérégulé qui divise le signal afin de réaliser le rapport de mélange convenable. Dans un système réalisé à titre d'exemple, ce rapport de mélange peut être réglé rapidement et précisément à trois chiffres significatifs près. Le rapport désiré est enregistré en unités de pourcentage directes au moyen de trois cadrans décimaux 31-33, ce qui permet d'obtenir, dans l'exemple considéré ici, une précision de réglage de 0,1 %.

Le contrôleur de rapport 30 divise la sortie obtenue du détecteur d'écoulement de mélange, à travers le dispositif régulateur d'échelle 23, par le pourcentage de mélange désiré correspondant au fluide mélangé. Si, par exemple, le fluide mélangé doit comprendre 25 % du mélange total, on ajuste les cadrans 31-33 du contrôleur de rapport sur 25,0. Le rapport étant réglé sur 25,0, le contrôleur de rapport 30 divise par 250. En utilisant une sortie normalisée du détecteur d'écoulement de 1000 impulsions par « baril », la sortie du contrôleur 30 sera alors de 4 impulsions par « baril ».

L'exemple que l'on vient de décrire est basé sur le signal dérivé du détecteur principal 2 correspondant à l'impulsion par « baril » et le signal dérivé du détecteur de mélange correspondant à 4 impulsions par baril, fournissant un rapport de mélange de 25 %, à 0,1 % de précision. Afin d'accroître le pouvoir de résolution et la précision du système, on peut s'arranger pour que le détecteur de mélange fournisse 10 000 impulsions par « baril », de sorte que la précision obtenue pour le réglage fixant le rapport est de 0,01 %.

On notera ici qu'il y a avantage net à diviser le signal du train d'impulsions émanant du détecteur d'écoulement de mélange pour obtenir le rapport de mélange, et non pas de multiplier le signal du train d'impulsions émanant du détecteur principal 2. Si le signal de synchronisation du détecteur 2 est multiplié pour déterminer le rapport de mélange, il ne sera pas possible d'utiliser un compteur préfixé similaire à celui comprenant le contrôleur de rapport 30. Pour obtenir, par exemple, un rapport de mélange de 25 %, il sera nécessaire de diviser par 40. Les points de réglage les plus voisins sont de 39 ou 41, déterminant des rapports de 24,4 % et 23,6 %, respectivement, ce qui est une résolution insuffisante. Il n'est pas possible de

simplement marquer les cadrans à l'envers pour qu'ils fournissent une lecture directe en pour cent : en effet, un nombre ne saurait être inversé chiffre par chiffre, par exemple : $1/4,1 = 0,254$, $1/3,1 = 0,322$.

Un autre avantage dû au montage du contrôleur de rapport entre le détecteur d'écoulement de mélange et l'entrée « soustraction » au compteur bidirectionnel, consiste en ce que la quantité de fluide représentée par une impulsion pénétrant dans le compteur bidirectionnel varie avec le réglage du rapport de mélange. Si le pourcentage est peu élevé, chaque impulsion représente une faible quantité de fluide, mais si le pourcentage est élevé, chaque impulsion représente un volume de fluide plus grand. Si l'on avait placé le contrôleur de rapport entre l'entrée « addition » de compteur bidirectionnel et la source du signal de synchronisation, chaque impulsion représenterait une quantité de fluide fixe. Par conséquent, pour des taux de mélange peu élevés, un petit nombre d'impulsions représentera une erreur importante exprimée comme pourcentage du mélange considéré. Pour un réglage de rapport élevé, le même nombre d'impulsions peut représenter une erreur inutilement faible. Le dispositif de la fig. 1 représente pour chaque impulsion une erreur de pourcentage fixe et les points de déclenchement d'alarme peuvent être maintenus standardisés dans l'ensemble du système pour tous les réglages du rapport de mélange.

Comme indiqué précédemment, on soustrait continuellement du signal de synchronisation correspondant au mélange total le nombre total des impulsions obtenues du détecteur d'écoulement de mélange divisé par le rapport mélange/total. L'opération arithmétique est effectuée par un système différentiel numérique, constitué, par exemple, par un compteur d'impulsions bidirectionnel qui augmente ou diminue le total accumulé d'une unité pour chaque impulsion incidente, suivant que l'impulsion incidente arrive sur l'une ou l'autre des deux conducteurs d'entrée. Les impulsions correspondant au signal de la conduite principale s'ajoutent, et les impulsions correspondant au signal de la conduite de mélange se soustraient. La sortie du compteur bidirectionnel représentant le total accumulé des deux entrées sera nulle, à moins qu'il n'existe une différence dans le nombre total des impulsions reçues aux deux entrées. Un signal électrique est présent sur le conducteur de sortie 35 et peut être utilisé pour régler finalement la soupape de commande 14. Tout écart du rapport de mélange préfixé détermine un changement dans la sortie du conducteur 35 et remet en dernier lieu à zéro la soupape 14, afin de ramener le rapport de mélange dans les limites du rapport préfixé. Le type de compteur bidirectionnel utilisé ne constitue pas une limitation de la présente invention, étant donné que l'on peut

employer à cet effet beaucoup d'autres types de dispositifs connus donnant aussi bien satisfaction. Mais il est évident que le point déterminant dans le système est le choix d'une capacité numérique adéquate des divers éléments du système. La fig. 5 représente un schéma fonctionnel d'un compteur binaire réversible à quatre étages, destiné à être utilisé comme compteur bidirectionnel 9 représenté aux fig. 1-4 et 9. On peut évidemment utiliser un nombre quelconque d'étages pour ces compteurs, le mode de montage consistant simplement en des répétitions du dispositif à quatre étages de la fig. 5. Bien que le schéma logique indiqué concerne un compteur binaire linéaire, il va de soi, et à la portée de tout technicien, que tout autre système, par exemple à réaction, peut être utilisé, pour obtenir des systèmes décimaux, biquinaires ou autres que le système binaire.

En décomposant le schéma logique de la fig. 3 en ses sous-modules, on constate que le compteur binaire réversible comprend cinq « flip-flops » ou basculeurs 50 à 54, six portes ET55 à 60 et quatre portes OU. Le basculeur 5 est le basculeur de commande ou de réglage qui fonctionne suivant ses deux positions « un » et « zéro » déterminées par le sens de comptage (c'est-à-dire addition ou soustraction). Le sens de comptage désiré est une fonction de la source des impulsions d'entrée; les signaux « addition » correspondent au signal de synchronisation et sont fournis à l'entrée « addition » 8, les signaux de soustraction étant dérivés du détecteur d'écoulement de la ligne de mélange et appliqués à l'entrée « soustraction » 11. Les basculeurs 51-54 constituent les registres à mémoire. La configuration du registre mémoire à un moment quelconque représentera la somme algébrique des impulsions d'addition et des impulsions de soustraction appliquées au compteur binaire bidirectionnel, consécutivement à l'instant de remise à zéro initiale.

On utilise un étage de remise à zéro (basculeur 50) pour ramener le registre mémoire dans son état initial ou état correspondant à l'indication « zéro ». Les différents circuits nécessaires pour la réalisation de cette opération étant bien connus, n'ont pas été indiqués, étant entendu d'autre part qu'un interrupteur de remise à zéro est utilisé pour établir les niveaux des tensions voulus pour amener tous les basculeurs dans les configurations désirées correspondant aux états conducteurs et non conducteurs. On supposera que les basculeurs 51-54 se trouvent tous dans l'état « zéro », établi à l'aide d'un interrupteur de remise à zéro. En appliquant alors une impulsion d'entrée à l'entrée d'addition 8, le basculeur 50 est coupé et la barre « addition » 65 se trouve au niveau de tension moins, comme indiqué par la forme d'onde en 67 (fig. 6). La même impulsion d'entrée est également acheminée à travers la porte OU61 sur le basculeur 51, modi-

fiant ainsi l'état de celui-ci de 10. Lorsque le côté droit de la bascule 51 change d'état dans le sens de 1 à 0, une entrée aurait été acheminée à travers la porte ET55 si ce n'était le fait que la seconde entrée appliquée à la porte ET55 est reliée à la barre « soustraction » 66, laquelle est au potentiel de masse.

Une entrée de la porte ET56 est reliée à la barre 65 qui se trouve à un niveau de tension négatif correspondant au point 67 de la forme d'onde de la fig. 6, mais étant donné que le côté gauche de la bascule 51 change d'état pour passer de 0 à 1, il n'y aura pas de sortie apparaissant sur la ligne 69. Dans ces conditions, le compteur bidirectionnel a ainsi reçu une impulsion d'entrée, information qui est emmagasinée sous la forme « 0001 » dans les basculeurs 51 à 54.

On supposera ensuite qu'on applique une autre impulsion à l'entrée 3.

Bien que cette impulsion ne modifie pas l'état de la bascule de commande 50, elle permet de déclencher le fonctionnement de la bascule 51, modifiant ainsi son état à 01.

Ce changement d'état déterminera la transmission d'une tension négative à travers la porte OU62, qui est ainsi inversée, l'impulsion positive 68 obtenue étant utilisée pour déclencher le fonctionnement du basculeur 52, lequel change d'état à 10. Le comptage est alors enregistré sous la forme « 0010 » dans le registre mémoire.

On suppose ensuite qu'une impulsion est appliquée à l'entrée soustractive 11. Cette impulsion détermine le basculeur 50 à changer d'état, la ligne soustractive 66 recevant un niveau de tension négatif 67. La même impulsion d'entrée déclenche le fonctionnement du basculeur 51 qui est amené à l'état 10. Ce changement d'état permet le passage d'une impulsion de sortie à travers la porte ET55, ce qui déclenche le fonctionnement de la bascule 52 pour la ramener à nouveau à l'état 01.

Le comptage total emmagasiné dans le registre est maintenant « 0001 », montrant ainsi que le compteur peut opérer cycliquement aussi bien dans le sens avant (addition) que dans le sens inverse (ou soustraction).

La capacité d'emmagasinage du registre peut être étendue en ajoutant des étages de basculeurs en cascade, coopérant avec leurs portes associées.

La sortie est obtenue en considérant les niveaux de tension ou de courant des basculeurs, déterminés par les états conducteurs ou non conducteurs dans lesquels ces basculeurs se trouvent. Un état « 01 » peut être amené à fournir un niveau de courant qui s'additionne aux niveaux de courant d'autres états du registre dans un réseau en échelle, afin de fournir une amplitude d'un courant de sortie proportionnelle à la grandeur du nombre emmagasiné dans le registre. Un réseau de résistance en

échelle 36 est alimenté par les signaux de sortie du compteur bidirectionnel 9. Ce réseau 36 additionne les niveaux des courants individuels, indiquant le nombre existant dans le registre du compteur 9, pour former un seul courant dont l'amplitude est proportionnelle à la déviation de la sortie du compteur 9 par rapport à zéro. On peut obtenir facilement un réglage de sensibilité ou de gain dans ce réseau, conformément à la technique classique dans ce domaine, c'est-à-dire qu'un changement du gain assure un changement du degré de mouvement de la soupape pour chaque opération de comptage du compteur bidirectionnel; avec un gain plus élevé, chaque comptage confère plus de mouvement à la soupape. Le signal courant amplitude du réseau en échelle 36 est appliqué à l'amplificateur à courant continu 38 à travers la ligne 37. Le signal de courant amplifié est appliqué, à travers le conducteur 39 au convertisseur électropneumatique 40, lequel peut être d'un type connu quelconque susceptible de recevoir une entrée d'intensité de courant et de fournir un signal de sortie d'air comprimé directement proportionnel. Ce signal de sortie du convertisseur 40 actionne un dispositif de commande à soupape à air comprimé 41, lequel, à son tour, ajuste mécaniquement la position de la soupape de commande 14 en vue de régler l'écoulement du fluide dans la ligne de mélange 13. Les éléments entre la sortie 35 du compteur bidirectionnel 9 et la soupape de commande 14 constituent un convertisseur analogique de numérique en mécanique; il doit être néanmoins entendu que ce convertisseur n'est indiqué ici qu'à titre d'exemple et que d'autres types de convertisseurs peuvent être employés. Un mode de réalisation donné, en variante, sera décrit plus loin, à propos des fig. 3 et 4.

En se reportant à l'exemple donné au début, on voit facilement le mode de fonctionnement du compteur bidirectionnel. Si le rapport de mélange est 25 %, il y aura quatre impulsions appliquées à l'entrée de soustraction 11 pour chaque « baril » (160 litres environ) de fluide qui passe à travers la conduite de mélange. Une seule impulsion sera appliquée à l'entrée d'addition 8 du compteur 9 pour chaque « baril » de la conduite principale. Le système commande ainsi le rapport de quatre « barils » de la conduite principale 1 pour chaque « baril » individuel de la conduite de mélange 13.

Le compteur bidirectionnel et plus particulièrement la capacité numérique ayant fourni les étages de comptage de degré supérieur à celui nécessaire pour les réglages de mélange normaux, servira de mémoire 34 pour accumuler l'erreur, dans le cas d'une interruption temporaire de l'écoulement dans la conduite de mélange, ou pour toute autre raison. Après rétablissement de l'écoulement, le compteur 9 revient graduellement à zéro, et le contrôle nor-

mal du système reprend à cet instant. En réglant l'échelle de comptage descendant du contrôleur de rapport 30, on obtient un ajustement correct, de sorte que le taux d'impulsions engendré par le détecteur d'écoulement de la ligne de mélange correspond, à l'entrée de soustraction du compteur 9, à l'entrée du détecteur principal 2.

Si le débit d'écoulement dans la ligne principale 1 varie par étranglement intervenu dans un point quelconque du système, il va de soi qu'une compensation par le système aura automatiquement lieu du fait de l'action du compteur 9, le débit d'écoulement du fluide de mélange étant amené à varier en conséquence de façon à maintenir la proportion préfixée du fluide de mélange par rapport au mélange total. Si l'écoulement du fluide de mélange à partir de sa source varie plus fortement que ne peut compenser le fonctionnement du compteur 9 et de sa soupape de commande associée 14, on peut faire agir un signal d'alarme électrique pour arrêter l'écoulement des deux fluides jusqu'à ce que la cause du dérangement aura été redressée.

Le contrôle du mélange étant effectué au moyen de signaux numériques, il n'y a pas de limitation en ce qui concerne les dimensions relatives des détecteurs d'écoulement, des conduites, des soupapes, etc.

Les dispositifs de traitement des fluides seront naturellement choisis en rapport avec les quantités relatives des différents fluides destinés à être mélangés et le taux d'impulsion du détecteur d'écoulement par unité de volume peut être choisi en rapport avec le domaine d'écoulement du fluide susceptible d'être admis à l'entrée du compteur bidirectionnel dans les limites d'utilisation désirée du système.

Un avantage essentiel du calculateur de rapport numérique sur un système purement mécanique consiste en ce que les paramètres d'admission peuvent être changés par un simple réglage des commandes. D'autre part, les techniques électroniques, particulièrement adaptées aux systèmes numériques, permettent d'étendre la séparation entre le point d'emplacement du calculateur de rapport et les divers appareils de traitement des fluides. L'obtention de résultats similaires avec un système purement mécanique nécessiterait des réglages par engrenages et/ou cames, ce qui limiterait considérablement les possibilités d'un fonctionnement à distance.

Dans un système numérique, un réglage arbitraire des paramètres d'entrée peut s'effectuer convenablement à l'aide de compteurs à prépositionnement, (ou pré-réglage) du type déjà mentionné à propos du diviseur 5 et du contrôleur de rapport 30. Un compteur à prépositionnement engendre une impulsion de sortie après avoir reçu un certain nombre d'impulsions d'entrée déterminé par le ré-

glage des cadrans du contrôleur; il pourra ainsi servir de diviseur de fréquence à taux variable.

La fig. 7 représente un circuit dans lequel les étages basculeurs montés en cascade sont prévus de façon à compter jusqu'à un nombre fixé à l'avance. Le procédé utilisé dans le mode de réalisation représenté consiste à inscrire à l'avance, dans le registre du compteur, et avant que le comptage commence, le complément du nombre désiré. Le compteur compte ensuite les impulsions arrivant sur la ligne d'entrée 96, à partir du nombre compté existant, jusqu'au nombre total, le compteur étant ensuite remis à zéro. Lorsque, par exemple, on désire positionner le compteur à l'avance de façon à fournir une impulsion de sortie ou de report dans la ligne 97 après 6 impulsions d'entrée, on inscrit dans le registre le nombre 4 c'est-à-dire sur le complément de 6. Par conséquent, et en effectuant une addition dans le système binaire, on obtient :

0100 soit 4 dans le système décimal, pré-réglé dans le registre;

0010 complément de 6 ($10 - 6 = 4$);

0010 2 dans le système décimal, fourni par la boucle réactive des valeurs inférieures;

0100 4 dans le système décimal, fourni par la boucle réactive des valeurs supérieures;

0110 6 dans le système décimal, correspondant aux impulsions en série dans le temps fournies au premier basculeur;

10000 16 dans le système décimal, avec impulsion de sortie ou de report.

Les étages basculeurs montés en cascade 70 à 73 sont connectés suivant un réseau classique. Un groupe de commutateurs 74-77 connectés suivant le système binaire à nombre pré-réglé, est relié au réseau de compteurs binaires. Ces commutateurs sont montés dans un système binaire inverse, de sorte que le complément du nombre s'ajoute en parallèle au groupe de compteurs. Le nombre pré-réglé ne s'ajoute pas au groupe de compteur avant qu'une impulsion de tension positive arrivant dans la ligne 78 ne soit fournie à la grille 79 du tube thyatron pré-réglé 80. Lorsque le thyatron est allumé, sa conductivité est très grande, de sorte qu'une tension d'environ 100 volts est appliquée aux entrées pré-réglées (83-86 ou 87-90) des basculeurs. Le réseau résistance-capacité 81 et 82 du circuit anodique du thyatron fait tomber la tension anodique (lorsqu'un courant anodique de forte intensité est établi) au-dessous de la tension nécessaire pour maintenir le thyatron conducteur. Le thyatron 80 se trouve ainsi coupé automatiquement. La forte impulsion positive fournie aux entrées pré-réglées (83-90) des basculeurs (70-73) assure que le nombre-complément désiré vienne s'ajouter au groupe de compteurs. Il va de soi — et à la portée de tout homme de l'art — que l'on peut utiliser une petite tension négative pré-réglée si l'on emploie une

alimentation de courant négative. Le potentiel de fonctionnement du thyatron 80 est fourni à travers une résistance 91. Des diodes 92 empêchent toute rétro-activité à travers les circuits des bras des commutateurs.

Les boucles réactives nécessaires à la réalisation des divers circuits logiques peuvent comprendre des éléments RC tels que les résistances 96, 100 et les condensateurs 98, 99, suivant une technique bien connue.

L'avantage du compteur à complément prééglé est double; premièrement, le compteur fonctionne en démultiplicateur réactif à décades, du type classique, jusqu'à intervention d'une commande électronique prééglée. Cette commande remet également à zéro tout nombre de comptage resté dans le compteur. Deuxièmement, on peut relier un nombre quelconque de commutateurs montés en système binaire (ou lignes à configuration permanente) au petit groupe de compteurs, en intercalant des diodes d'isolement entre les lignes prééglées, afin d'empêcher toute interaction ou réaction des circuits. Il est ainsi possible d'avoir un seul compteur susceptible de compter automatiquement consécutivement, comme suit : 1, avec une sortie de report; 1,2, avec sortie de report; 1,2,3, avec sortie de report; 1,2,3,4, avec sortie de report, et ainsi de suite, jusqu'à ce que le compteur fonctionne comme compteur normal à décade.

La description donnée jusqu'à présent du système de l'invention a été limitée à des conditions de mélange les plus élémentaires, dans lesquelles deux fluides seulement sont mélangés ensemble. Afin d'obtenir des mélanges de trois ou plusieurs fluides, on peut développer le système comme indiqué à la fig. 9. Le fluide entre dans la conduite principale 101 par l'entrée 102 de cette conduite. Le premier fluide d'addition entre par la jonction en T103. Le second fluide additif entre dans la conduite principale 101 à la jonction en T104. Le signal de synchronisation est une fonction linéaire de l'écoulement de fluide total à travers la conduite 101.

En supposant que l'on ait une configuration à boucle ouverte, le signal de synchronisation sera engendré par une horloge-mère 105 est appliqué également à l'entrée « addition » 108 du compteur bidirectionnel 107 ainsi qu'à l'entrée « addition » 108 du compteur bidirectionnel 109. Le signal appliqué à l'entrée « soustraction » 110 du compteur 107 est obtenu du détecteur d'écoulement de la conduite d'addition 111, à travers le contrôleur de rapport 112. L'entrée « soustraction » du compteur 109 émane du détecteur d'écoulement 114 de la conduite d'addition, à travers le contrôleur de rapport 115. La sortie du compteur 107 est constitué par un signal d'erreur appliqué au servo numérique 116, lequel, à son tour, actionne la soupape

de commande 117 à travers le dispositif de commande 118 de la soupape. De même, la sortie du compteur 109 est appliquée sous forme d'un signal d'erreur au servo numérique 119, lequel, à son tour, actionne la soupape de commande 120 à travers le dispositif de commande 121 de la soupape.

Le système à configuration par boucle fermée pour le mélange de trois ou plusieurs fluides est similaire à celui décrit ci-dessus, excepté que l'horloge-mère 105 est remplacée par le détecteur d'écoulement principal 122 et ses circuits coopérants de modification des impulsions 123. Comme on peut le voir sur la fig. 3, les rapports de mélange dans l'une ou dans l'autre configuration sont introduits directement sous la forme d'unités en pour cents de l'écoulement total dans la conduite principale 101.

Il va de soi que l'on peut brancher sur la conduite principale des conduites de mélange ou d'addition supplémentaires, avec leurs éléments correspondants, la seule condition requise étant que le signal d'entrée « addition » du compteur bidirectionnel associé avec chaque conduite additive soit le signal de synchronisation principal.

On a représenté sur la fig. 2 un système de mélange de fluides utilisant le mode de fonctionnement à boucle ouverte. La façon dont on obtient le signal de la conduite de mélange, et dont ce signal est ensuite appliqué à l'entrée de soustraction 11 du compteur bidirectionnel 9 est identique à celle décrite relativement à la fig. 1. Toutefois, l'entrée d'addition 8 reçoit un signal obtenu de l'horloge-mère 42, en passant par la ligne 43, et non pas des éléments de circuit coopérant avec la ligne 7 de la fig. 1.

L'horloge-mère 42 fournit un train d'impulsions dont la fréquence de répétition correspond au taux de production désiré du mélange de fluides dans la conduite principale 1. Dans les systèmes pratiques, les taux de production donnés sont généralement établis comme paramètre de fonctionnement fixe. Par conséquent, on évite ainsi la nécessité de contrôler le taux de production, pour l'utiliser comme paramètre variable dans le contrôle industriel.

Un compteur numérique identifié comme indication de total 44 reçoit le signal formé par le train d'impulsions de l'horloge-mère, pour indiquer la quantité totale du mélange produit.

Un avantage accessoire d'un système à boucle ouverte consiste dans sa stabilité inhérente, puisque le « pompage » ou oscillation autour du taux de production moyen est éliminé. D'autre part, un système à boucle fermée, décrit précédemment en premier lieu, permet de varier le taux de production sans influencer le rapport de mélange.

En plus des modes de réalisation à boucle ouverte et à boucle fermée, d'autres formes de réalisation font également partie de l'invention.

On a représenté, par exemple, sur la fig. 3 une

variante du dispositif de la fig. 2, dans laquelle la sortie du compteur bidirectionnel 9 est utilisée directement sous forme numérique. Comme on l'a indiqué précédemment, la sortie du compteur 9 représente la différence numérique entre les entrées apparaissant à l'entrée addition 8 et à l'entrée soustraction 11. Cette information numérique de sortie peut être appliquée sous forme de code linéaire au servo-mécanisme numérique 46. Ce servo 46 fournit des signaux de commande entièrement directs ou entièrement inverses au moteur « pas à pas » 47, amenant celui-ci à tourner d'une quantité fixe jusqu'à ce que le signal d'erreur, comprenant les signaux de commande directs ou inverses fournis par le servo, revient à zéro. Ainsi que tout homme de l'art le comprendra facilement, chaque pas fixe du moteur 47 peut être agencé de façon à correspondre à un point de réglage de la soupape de commande 14 qui modifiera le taux d'écoulement dans la conduite de mélange 13 d'une quantité sensiblement égale à l'unité de mesure de base du système; par exemple, chaque pas du moteur pas à pas 47 peut être agencé de façon à régler le débit à travers la soupape 14 par des incréments de 1 décalitre par minute, en supposant que le système est étalonné en termes d'hectolitres par minute et que le pouvoir de résolution du système soit de 0,1 %. L'emploi de pas individuels dans la partie de commande du fluide du système facilite la délimitation de la largeur de la bande non utilisée, améliorant ainsi la stabilité de fonctionnement du système.

On peut, de même, appliquer des techniques numériques de commande au fonctionnement de la soupape de commande 14 du dispositif de l'appareil de la fig. 1. La fig. 4 représente une partie de l'appareil de la fig. 1 modifiée de façon à comprendre un servo numérique 48 et un moteur pas à pas 49. Le fonctionnement-type du système serait alors le suivant : si la sortie numérique du compteur bidirectionnel 9 est de deux unités, le servo 47 déterminera le moteur pas à pas 48 à ouvrir la soupape 14 de deux incréments par rapport à sa position de réglage moyenne. Inversement, si la sortie du compteur 9 est de moins deux unités, le servo 47 amènera le moteur 48 à tourner en sens contraire, en déterminant la soupape 14 à étrangler le débit d'une quantité correspondante.

En utilisant le calculateur de rapport suivant la présente invention pour le mélange des fluides, on traite les fluides en termes d'unités entières, par exemple en litres ou en hectolitres, etc. L'emploi de détecteurs du type à turbine facilite le contrôle de l'écoulement dans ces unités. Toutefois, les transducteurs d'entrée ne doivent pas nécessairement comprendre de détecteurs d'écoulement à turbine, la seule condition étant que l'information d'entrée se présente sous forme individuelle.

Ce mode d'utilisation de l'invention est représenté par l'appareil de la fig. 8. Dans cet exemple, les transducteurs de détection d'écoulement à turbine peuvent être remplacés par des interrupteurs de contact, des pickups photo-électriques ou autres types de transducteurs produisant une impulsion par chaque passage d'une unité à travers le système. Le transporteur 123 fonctionnant à une vitesse fixe transporte des objets 124a, 124b, etc., dans un récipient 125. Des objets supplémentaires 126 dans la trémie d'alimentation 127 peuvent être libérés à une vitesse réglée par un mécanisme de porte électromécanique 128 et amenés sur le transporteur 129. Les objets disposés sur le transporteur 129 sont détectés individuellement et/ou comptés par le transducteur 130 qui, à son tour, fournit un signal de train d'impulsions à l'entrée « soustraction » 131 du compteur bidirectionnel 132 en passant par le contrôleur de rapport 133. Les objets supplémentaires fournis par le transporteur 129 sont mélangés avec les objets de base fournis par le transporteur 123, le mélange étant ensuite transféré au récipient 123. Un total continu du nombre des unités comprenant le mélange transféré dans le récipient 123 est obtenu à travers le transducteur 134. Ce résultat est introduit dans l'entrée d'addition 135 du compteur bidirectionnel 132.

En supposant que l'on désire fournir un mélange dans le récipient 123 comprenant des articles additifs 126 et des articles de base 124, dans le rapport de un à cinq, on règlera le contrôleur de rapport 132 sur « vingt », correspondant à un rapport de mélange de 20 %. Le fonctionnement du système sera alors le suivant : pendant le temps que le transducteur 134 aura fourni cinq impulsions à l'entrée d'addition 135, un article supplémentaire aura été détecté par le transducteur 130 et une sortie zéro apparaîtra sur la ligne 136. Le mécanisme d'entrée 127 restera ainsi dans sa position de réglage initiale. Si l'on suppose toutefois que le transducteur 134 aura détecté cinq articles et qu'aucun article n'a été détecté par le transducteur 130, ce sera là une indication de ce que tous les articles sont des articles de base 124. Par conséquent, un signal d'erreur d'une unité apparaîtra sur la ligne 136 à partir du compteur bidirectionnel 132. Ce signal d'erreur ouvrira la porte 128 pour permettre le passage d'unités additionnelles de la trémie 127 sur le transporteur 129, afin de parfaire ainsi la différence.

Pour changer le rapport de pourcentage, il suffit de régler le contrôleur de rapport 133 afin de permettre de compter tout nombre total désiré d'unités par le transducteur 134 avant qu'un signal d'erreur ne soit produit par le compteur bidirectionnel 132, en réponse au manque de signaux de comptage fournis par le transducteur 130.

Comme dans les modes de réalisation précédem-

ment décrits, la disposition du contrôleur de rapport dans la ligne d'entrée de soustraction du compteur bidirectionnel, au lieu de sa disposition dans la ligne d'entrée d'addition, présente l'avantage d'introduire directement le nombre préfixé en pour cents, alors que, si cette disposition avait lieu dans la ligne d'addition, il aurait été nécessaire que ce nombre fût lu en « pour cents inverses » (c'est-à-dire en unités réciproques ou non entières).

Il est bien entendu que l'invention n'est nullement limitée aux différents modes de réalisation décrits ci-dessus, qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemple, et que diverses variantes et modifications pourront être réalisées, sans sortir du cadre de l'invention.

RÉSUMÉ

La présente invention a principalement pour objets :

A. Un calculateur de rapport remarquable notamment par les caractéristiques suivantes considérées séparément ou en combinaisons :

1° Il comprend un compteur d'impulsions bidirectionnel ayant une première entrée pour ajouter continuellement des impulsions qui y sont appliquées, une seconde entrée pour soustraire continuellement des impulsions qui y sont appliquées, et une sortie destinée à fournir la différence résultant de la première et de la seconde de ces entrées, et un compteur pré-réglé ayant une entrée et une sortie et fournissant une seule impulsion à sa sortie après avoir reçu un certain nombre d'impulsions à son entrée, la sortie dudit compteur pré-réglé étant fournie à cette seconde entrée du compteur d'impulsions bidirectionnel;

2° Ledit calculateur de rapport permet de fournir une sortie numérique correspondant à la différence entre une première entrée numérique et le quotient obtenu en divisant une seconde entrée numérique par un diviseur entier choisi, et ce calculateur comprend un compteur bidirectionnel ayant une entrée d'addition pour recevoir un train d'impulsions correspondant à cette première entrée numérique, une entrée de soustraction pour recevoir un train d'impulsions correspondant audit quotient, et une sortie pour fournir la différence numérique nette entre ledit train d'impulsions de l'entrée d'addition et ledit train d'impulsions de l'entrée de soustraction, et un compteur pré-réglé pour fournir une seule impulsion après avoir reçu un certain nombre d'impulsions d'entrée, donnant ainsi lieu audit quotient dudit dividende de la seconde entrée numérique par ledit diviseur entier;

3° Ledit calculateur de rapport comprend un premier dispositif agissant en réponse à un premier train d'impulsions dont le nombre d'impulsions correspond à une première quantité, un second dispositif agissant en réponse à un second train d'im-

pulsions dont le nombre d'impulsions correspond à un certain pourcentage de cette première quantité, un compteur bidirectionnel destiné à fournir une sortie correspondant à la différence entre le nombre des impulsions des deux trains d'impulsions, et un compteur pré-réglé interposé entre ledit second dispositif et ledit compteur bidirectionnel pour déterminer le pourcentage de cette première quantité que doit comprendre la seconde quantité pour que la différence nette entre ces deux trains d'impulsions devienne égale à zéro;

4° Ledit compteur pré-réglé comprend un dispositif permettant de produire une seule impulsion de sortie après avoir reçu un nombre d'impulsions d'entrée choisies à l'avance;

5° Ladite première entrée audit compteur bidirectionnel comprend une barre omnibus d'addition permettant d'accroître de façon répétée les nombres comptés par le compteur, ladite seconde entrée comprenant une barre omnibus de soustraction permettant de diminuer de façon répétée les nombres comptés par ledit compteur.

B. Un calculateur destiné à fournir la différence entre un diminuande (c'est-à-dire un terme dont on soustrait un autre) et un soustracteur (terme à soustraire) ledit calculateur étant remarquable notamment par les caractéristiques suivantes considérées séparément ou en combinaisons :

1° Il comprend un compteur bidirectionnel ayant une barre omnibus d'addition pour recevoir ledit diminuande, un circuit commun de soustraction pour recevoir ledit soustracteur, et une sortie de différence pour fournir ladite différence; et un compteur pré-réglé ayant une entrée pour recevoir un dividende fourni sous forme d'une entrée variable, un système de commande ajustable pour recevoir un diviseur fourni sous forme d'une entrée fixe, une sortie dudit système de commande étant reliée à ladite barre de soustraction pour appliquer ledit soustracteur audit compteur bidirectionnel, ledit soustracteur constituant le quotient de ce dividende et dudit diviseur fournis audit compteur.

C. Un système de mélange de fluides remarquable notamment par les caractéristiques suivantes considérées séparément ou en combinaisons :

1° Il comprend une conduite principale de circulation d'un mélange de fluide, un système pour engendrer un signal de train d'impulsions dont la fréquence correspond directement au taux d'écoulement ou débit dudit mélange de fluides dans ladite conduite principale, une conduite de mélange, communiquant avec cette conduite principale en amont avec ledit système de production d'impulsions, pour injecter un fluide de mélange dans ledit système de mélange de fluides, un transducteur de détection d'écoulement du type à turbine pour fournir un train d'impulsions dont la

fréquence est directement proportionnelle au taux d'écoulement dans ladite conduite de mélange, un compteur bidirectionnel ayant une entrée d'addition, une entrée de soustraction et une sortie correspondant à la différence entre les deux entrées, ledit système produisant les impulsions étant relié à ladite entrée d'addition et ledit transducteur détecteur d'écoulement étant relié à ladite entrée de soustraction, un dispositif de contrôle d'écoulement étant monté dans ladite conduite de mélange en vue de régler le débit d'écoulement du fluide de mélange suivant la sortie de différence numérique du compteur bidirectionnel;

2° Ledit système commande le pourcentage de matériaux additionnels ajouté à un mélange de matériaux, et comprend un premier transducteur pour produire une impulsion pour chaque unité dudit mélange, un second transducteur produisant une impulsion pour chaque unité de ce matériau d'addition, un contrôleur de rapport pour diviser la fréquence des impulsions dudit second transducteur par un facteur correspondant au pourcentage dudit mélange que doit comprendre ledit matériau d'addition, et un compteur bidirectionnel destiné à ajouter les impulsions dudit premier transducteur et à soustraire les impulsions de ce contrôleur de rapport, un dispositif de commande étant prévu pour varier la quantité dudit matériau d'addition fourni audit mélange en réponse au signal de sortie dudit compteur bidirectionnel, permettant ainsi d'assurer le réglage du pourcentage du matériau d'addition dans le mélange;

3° Ledit transducteur comprend un dispositif produisant un signal numérique présentant un rapport numérique entier avec la quantité de matériau additif pénétrant dans le mélange;

4° Ledit système de mélange comprend un dispositif produisant un signal de synchronisation sous la forme d'un train d'impulsions séparées, chacune de ces impulsions correspondant à une quantité unitaire de fluide circulant à travers une conduite d'écoulement principale, un passage d'écoulement secondaire relié à ladite conduite d'écoulement principale, un dispositif coopérant avec ce second passage d'écoulement pour produire un second train d'impulsions séparées représentant chacune une quantité unitaire de fluide circulant dans ce second passage, un dispositif de commande de différence numérique ayant des moyens agissant en réponse audit premier train d'impulsions et audit second train d'impulsions pour produire une sortie proportionnelle à la différence numérique entre lesdits trains d'impulsions, et un dispositif monté dans ce passage secondaire agissant en réponse à la sortie dudit dispositif de commande de différence numérique, pour assurer le réglage de la quantité écoulée dans ce second passage, en proportion fixe par rapport à la quantité d'écoulement dans cette

seconde conduite d'écoulement principale;

5° Le système produisant le second train d'impulsions séparées comprend un dispositif de réglage du facteur d'échelle du train d'impulsions afin de fournir un signal représentant un sous-multiple de la quantité de fluide s'écoulant à travers ce second passage;

6° Le système produisant le signal de synchronisation est constitué par un détecteur d'écoulement du type à turbine monté dans la conduite d'écoulement principale pour produire un train d'impulsions dont la fréquence est directement proportionnelle au débit d'écoulement volumétrique, ledit signal de synchronisation appliqué au contrôleur de différence numérique variant ainsi avec le débit d'écoulement dans la conduite principale;

7° Le contrôleur de différence numérique comprend un compteur bidirectionnel ayant une entrée d'addition, une entrée de soustraction et un dispositif destiné à soustraire les impulsions appliquées à ladite entrée de soustraction à partir des impulsions fournies à ladite entrée d'addition en vue de produire une sortie numérique nette égale à la différence, ledit dispositif de commande monté dans le second passage d'écoulement agissant en réponse à cette différence nette pour assurer le réglage d'écoulement dans ce second passage secondaire pour produire un mélange d'un rapport désiré;

8° Des moyens sont prévus pour fournir un sous-multiple dudit second train d'impulsions, ce sous-multiple étant fourni au contrôleur de différence numérique;

9° Le système pour produire le train d'impulsions du sous-multiple comprend un compteur préréglé destiné à fournir une seule impulsion après avoir reçu un nombre déterminé d'impulsions d'entrée et un système coopérant avec ledit compteur préréglé pour choisir le rapport entre le second train d'impulsions et le train d'impulsions du sous-multiple, en vue de choisir à l'avance le rapport entre l'écoulement pénétrant dans la conduite d'écoulement principale et l'écoulement dans le passage d'écoulement secondaire;

10° Ledit système de mélange de fluides comprend un système indicateur de température coopérant avec le passage secondaire et un système de réglage du facteur d'échelle pour diviser la fréquence de ce second train d'impulsions en vue de compenser les variations de température indiquées par le système indicateur;

11° Ledit système permet de mélanger un certain nombre de fluides de manière à constituer un mélange déterminé, comprenant un dispositif produisant un signal de synchronisation sous la forme d'un train d'impulsions individuelles, chacune de ces impulsions correspondant à une quantité unitaire dudit mélange, plusieurs passages d'écoulement pour injecter des fluides de mélange dans

ledit mélange considéré, un transducteur coopérant avec chacun desdits passages d'écoulement pour produire un train d'impulsions présentant un rapport numérique entier avec la quantité de fluide de mélange s'écoulant par le passage d'écoulement correspondant, plusieurs compteurs bidirectionnels ayant chacun une première entrée coopérant avec un des transducteurs correspondants, une seconde entrée coopérant avec le dispositif producteur du signal de synchronisation, et une sortie proportionnelle à la différence numérique entre lesdites entrées et ledit dispositif de commande prévus dans chacun desdits passages d'écoulement, agissant en réponse à la sortie d'un compteur bidirectionnel

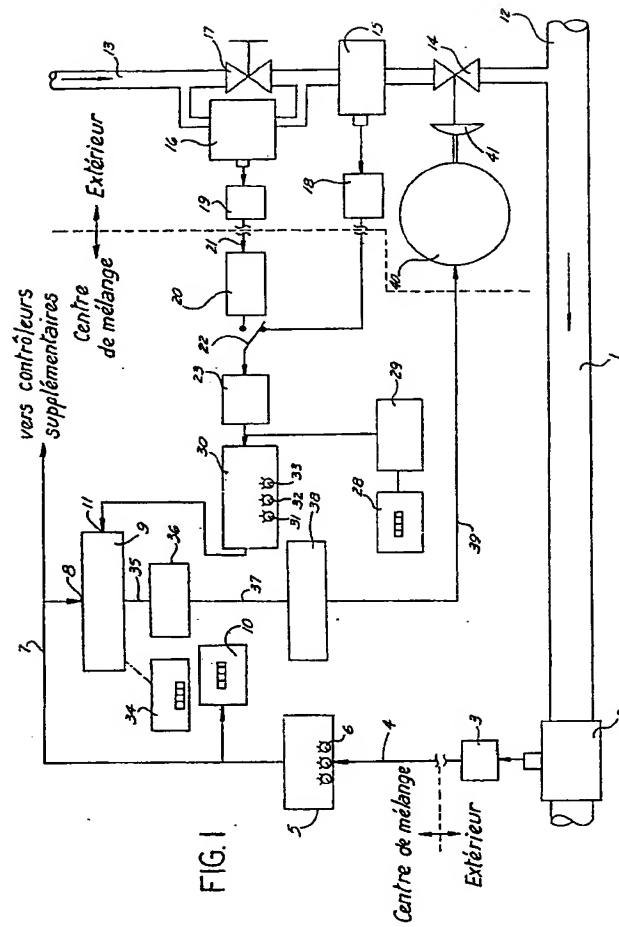
correspondant en vue de régler la quantité de fluide s'écoulant dans le passage d'écoulement de façon à correspondre à une proportion fixe dudit mélange;

12° Ledit système défini sous C 11°, comprend une conduite d'écoulement principale à travers laquelle s'écoule ledit mélange, ledit dispositif producteur du signal de synchronisation comprenant un transducteur numérique en fonction du temps, disposé dans ladite conduite d'écoulement principale, en aval desdits passages d'écoulement.

Société dite : THE FOXBORO COMPANY

Par procuration :

Cabinet LAVOIX



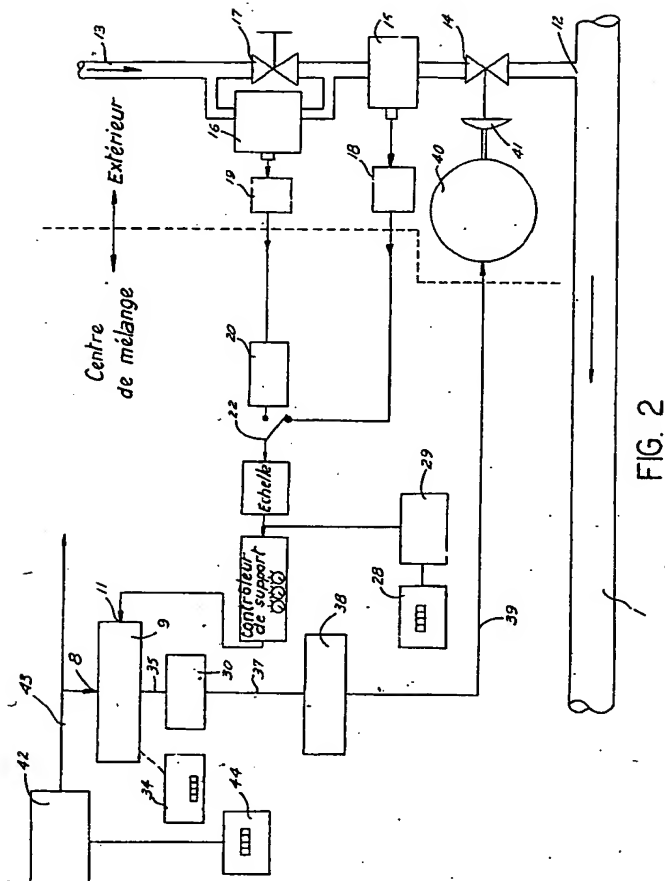


FIG. 2

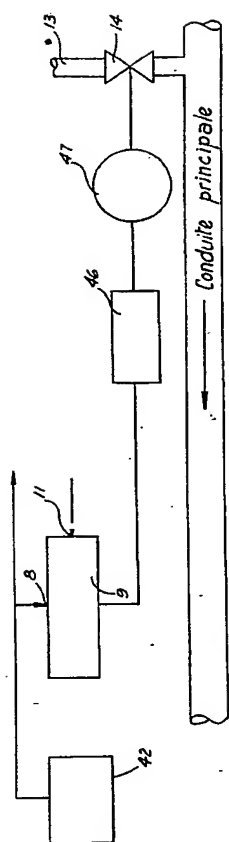


FIG. 3

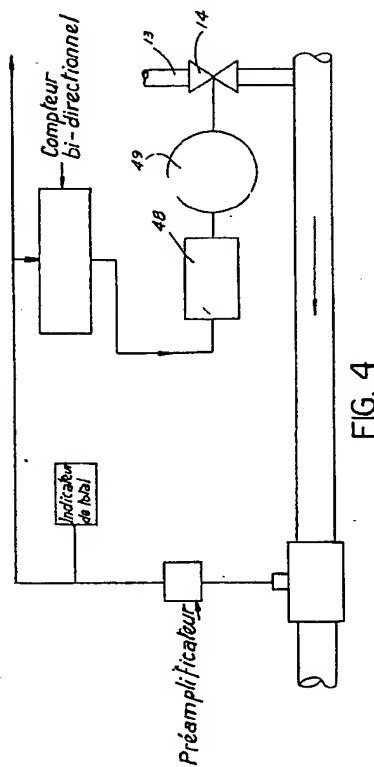
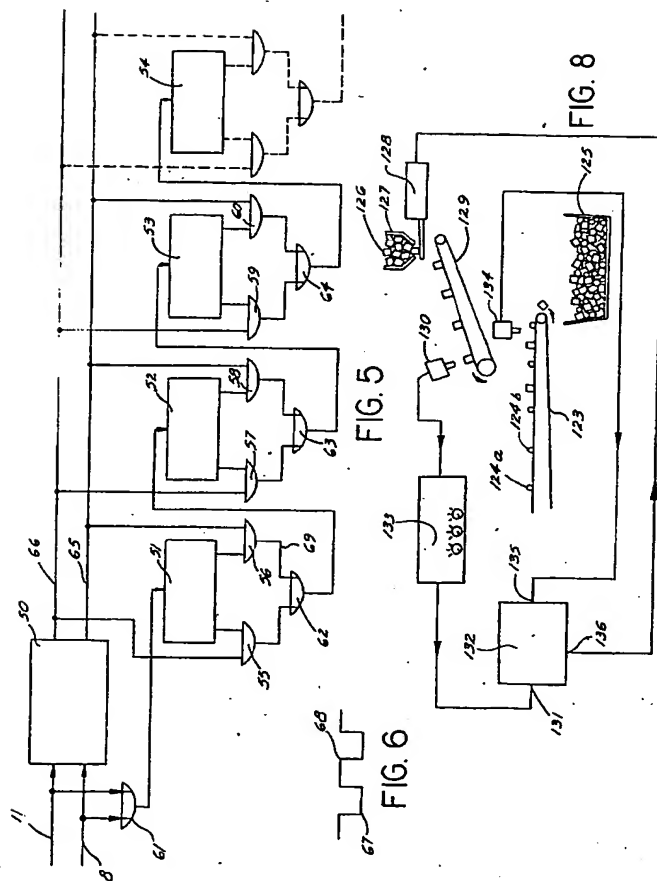


FIG. 4



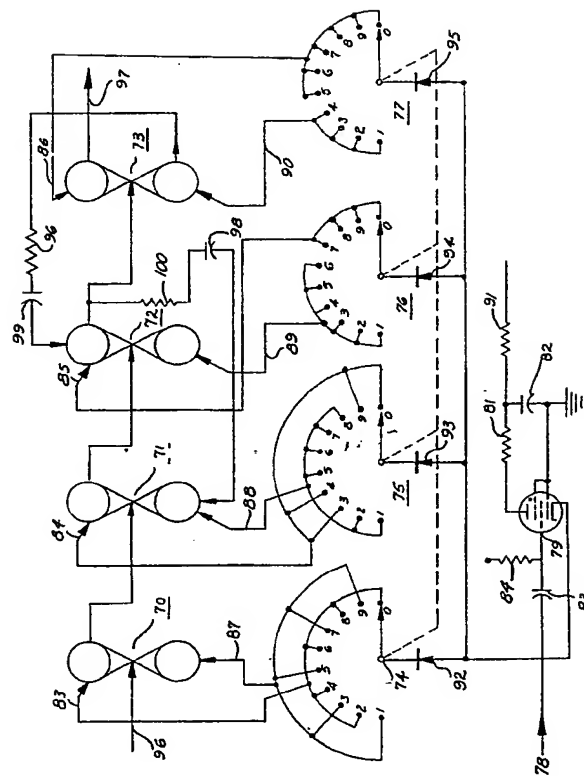


FIG. 7

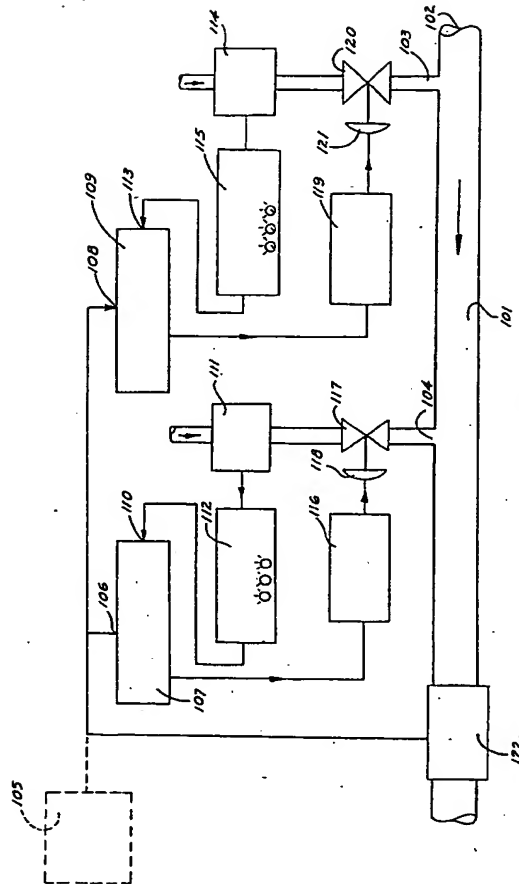


FIG. 9

THIS PAGE BLANK (USPTO)